

(b)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-081992

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

F01N 3/08

F01N 3/18

F01N 3/20

F01N 3/24

(21)Application number : 09-250295

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 16.09.1997

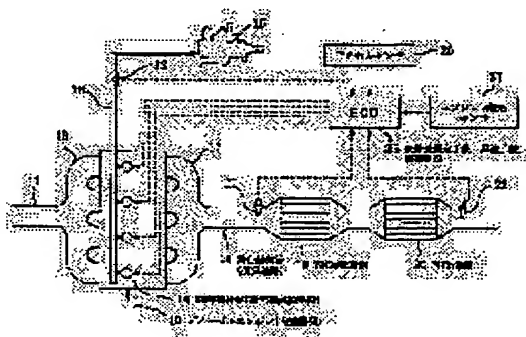
(72)Inventor : NAKAMURA KANEHITO  
KUBOSHIMA TSUKASA

## (54) EXHAUST GAS PURIFYING DEVICE IN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently purify NOx with the use of a NOx adsorbent while preventing occurrence of knocking and smoke.

SOLUTION: A NOx adsorbent 19 is located in an exhaust manifold 18, and a NOx catalyst 20 for purifying NOx in exhaust gas is located downstream thereof. The NOx purifying temperature range of the NOx catalyst 20 is higher than the NOx adsorbing temperature range of the NOx adsorbent 19. An electronic engine control circuit 25 estimates a NOx adsorbing quantity of the NOx adsorbent 19 during engine operation, and when it is determined that the NOx adsorbing quantity exceeds a predetermined value, the fuel injection volume is compensated so to be increased while the fuel injection timing is compensated so as to be retarded, and accordingly, the temperature of exhaust gas is raised without changing the output power of an engine. With this arrangement, the temperature of the NOx adsorbent 19 is raised so as to desorb the NOx, and post-injection is carried out to supply hydrocarbon to the NOx catalyst 20 in order to reduce and purify NOx in exhaust gas.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-81992

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F01N 3/08			F01N 3/08	B
3/18			3/18	B
3/20			3/20	N
3/24			3/24	E
				L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全16頁) 最終頁に続く

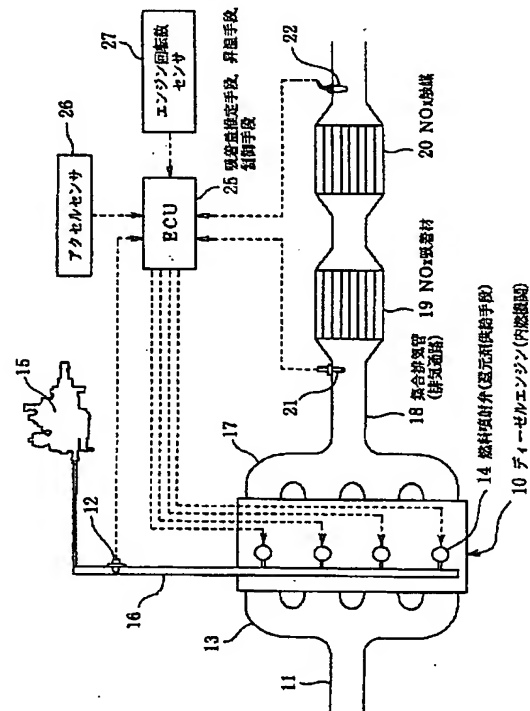
(21) 出願番号	特願平9-250295	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成9年(1997) 9月16日	(72) 発明者	中村 兼仁 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	窪島 司 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(74) 代理人	弁理士 加古 宗男

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 ノッキングの発生やスモークの発生を防ぎながら、NO<sub>x</sub>吸着材を用いてNO<sub>x</sub>を効率良く浄化できるようにする。

【解決手段】 集合排気管18にNO<sub>x</sub>吸着材19を配設すると共に、その下流に排気中のNO<sub>x</sub>を還元浄化するNO<sub>x</sub>触媒20を配設する。NO<sub>x</sub>触媒20のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲は、NO<sub>x</sub>吸着材19のNO<sub>x</sub>吸着温度範囲よりも高温となっている。エンジン電子制御回路25は、エンジン運転中にNO<sub>x</sub>吸着材19のNO<sub>x</sub>吸着量を推定し、このNO<sub>x</sub>吸着量が所定量以上になったと判断した時に、燃料噴射量を増量補正すると共に、燃料噴射時期を遅角補正し、エンジン出力を変化させずに排気温度を上昇させる。これにより、NO<sub>x</sub>吸着材19を温度上昇させてNO<sub>x</sub>を脱離させると共に、ポスト噴射を行って、炭化水素をNO<sub>x</sub>触媒20に供給し、排気中のNO<sub>x</sub>を還元浄化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 希薄空燃比で運転される内燃機関の排気通路に配設され、低温時には排気中の窒素酸化物を吸着し、高温時には吸着した窒素酸化物を脱離する窒素酸化物吸着材と、

前記排気通路のうちの前記窒素酸化物吸着材の下流に配設され、排気中の窒素酸化物を還元浄化する触媒と、前記触媒に窒素酸化物の還元剤を供給する還元剤供給手段と、

前記窒素酸化物吸着材の窒素酸化物吸着量を推定する吸着量推定手段と、

前記窒素酸化物吸着材を温度上昇させる昇温手段と、前記吸着量推定手段の推定結果に基づき前記窒素酸化物吸着材の窒素酸化物吸着量が所定量以上になったと判断した時に、前記昇温手段を作動させて前記窒素酸化物吸着材を温度上昇させて窒素酸化物を脱離させると共に、前記還元剤供給手段を作動させて前記触媒に還元剤を供給するように制御する制御手段とを備えていることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記触媒の窒素酸化物浄化温度範囲の少なくとも高温範囲が前記窒素酸化物吸着材の窒素酸化物吸着温度範囲よりも高温側に位置するように設定されていることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記還元剤供給手段は、前記窒素酸化物吸着材の上流側から前記排気通路内に還元剤を供給し、

前記窒素酸化物吸着材は、該窒素酸化物吸着材から窒素酸化物が脱離する温度領域の少なくとも低温範囲で、前記還元剤を酸化しないように構成されていることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記触媒と前記窒素酸化物吸着材の間に、排気中の炭化水素を吸着する炭化水素吸着材を配設したことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記昇温手段は、排気温度を上昇させることで前記窒素酸化物吸着材を温度上昇させることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 希薄空燃比で運転される内燃機関の排気通路を 2 つに分岐して形成した第 1 の排気通路及び第 2 の排気通路と、

前記第 1 の排気通路に配設され、低温時には排気中の窒素酸化物を吸着し、高温時には吸着した窒素酸化物を脱離する窒素酸化物吸着材と、

前記第 1 の排気通路のうちの前記窒素酸化物吸着材の下

流に配設され、排気中の窒素酸化物を還元浄化する第 1 の触媒と、

前記第 2 の排気通路に配設され、低温時には排気中の炭化水素を吸着し、高温時には吸着した炭化水素を脱離する炭化水素吸着材と、

前記第 2 の排気通路のうちの前記炭化水素吸着材の下流に配設され、排気中の窒素酸化物を還元浄化する第 2 の触媒と、

前記第 1 及び第 2 の排気通路の上流側分岐部に配設され、排気の流れを前記第 1 の排気通路と前記第 2 の排気通路のいずれかに選択的に切り換える排気通路切換手段と、

排気温度を判定する排気温度判定手段と、

前記排気温度判定手段で判定した排気温度に基づいて前記排気通路切換手段を切り換える制御手段とを備えていることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記第 1 の触媒の窒素酸化物浄化温度範囲の少なくとも高温範囲が前記窒素酸化物吸着材の窒素酸化物吸着温度範囲よりも高温側に位置するように設定され、

前記第 2 の触媒の窒素酸化物浄化温度範囲の少なくとも高温範囲が前記炭化水素吸着材の炭化水素吸着温度範囲よりも高温側に位置するように設定されていることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】 請求項 6 又は 7 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記第 1 の触媒の窒素酸化物浄化温度範囲の少なくとも高温範囲が前記第 2 の触媒の窒素酸化物浄化温度範囲よりも高温となるように設定されていることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、希薄空燃比で運転される内燃機関の排気ガス中に含まれる窒素酸化物を浄化する内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 希薄空燃比で燃焼が行われる内燃機関から排出される排気中の窒素酸化物（以下「 $\text{NO}_x$ 」と表記する）を浄化するために、排気管に  $\text{NO}_x$  吸着材を設置し、リーン雰囲気中で  $\text{NO}_x$  を吸着し、リッチ雰囲気中で  $\text{NO}_x$  を脱離させ、更に炭化水素を還元剤として  $\text{NO}_x$  吸着材に供給して  $\text{NO}_x$  を還元浄化する技術が提案されている。この技術をディーゼルエンジンに適用した公知技術として、特開平 5-156993 号公報がある。このものは、リッチ雰囲気をつくるために内燃機関の燃焼形態を通常の拡散燃焼主体の燃焼から予混合燃焼主体の燃焼に切り換えるようにしている。予混合燃焼主体の燃焼に切り換える手段として、燃焼開始前に燃焼室に噴射する燃料量を増大させるようにしている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ディーゼルエンジンでリッチ雰囲気をつくるために燃焼開始前に燃焼室に噴射する燃料量を増量すると、燃料の早期着火（ノッキング）が発生しやすくなる。特に、エンジン負荷が高くなりシリンダ温度が高くなると、ノッキングが起こりやすい。更に、燃焼開始前に燃料噴射量を増量すると、燃料が完全燃焼せずに、大量のスモークが発生してしまい、排気エミッションが悪化するばかりか、発生した大量のスモークがNOx吸着材に付着して、NOx吸着能力が低下してしまう。

【0004】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、ノッキングの発生やスモークの発生を防ぎながら、NOx吸着材を用いてNOxを効率良く浄化できる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の排気浄化装置によれば、排気通路にNOx吸着材を配設すると共に、その下流に排気中のNOxを還元浄化する触媒を配設し、前記NOx吸着材のNOx吸着量を吸着量推定手段により推定する。そして、制御手段は、吸着量推定手段の推定結果に基づき、NOx吸着材のNOx吸着量が所定量以上になったと判断した時に、昇温手段を作動させてNOx吸着材を温度上昇させてNOxを脱離させると共に、還元剤供給手段を作動させて触媒に還元剤を供給し、この触媒でNOxを還元浄化する。

【0006】この構成では、NOx吸着材からNOxを脱離させる手段として、リッチ雰囲気をつくるのではなく、NOx吸着材を温度上昇させるようにしている。このため、リッチ雰囲気をつくるために燃焼開始前に燃料噴射量を増量する必要がなくなり、燃料噴射量の増量によるノッキングの発生やスモークの発生の問題を解消することができ、安定した燃焼状態のもとでNOxを効率良く浄化できて、低エミッション化、ドライバビリティ向上の要求を十分に満たすことができる。

【0007】この場合、請求項2のように、触媒のNOx浄化温度範囲の少なくとも高温範囲がNOx吸着材のNOx吸着温度範囲よりも高温側に位置するように設定すると良い。一般に、リーン雰囲気ではNOxを浄化する触媒として、比較的低温域でNOxを浄化する触媒や、比較的高温域でNOxを浄化する触媒まで各種の触媒があるが、触媒のNOx浄化温度範囲の少なくとも高温範囲がNOx吸着材のNOx吸着温度範囲よりも高温であれば、NOx吸着材からNOxが脱離する温度が触媒のNOx浄化温度範囲内の温度となり、NOx吸着材から脱離したNOxを触媒で確実に還元浄化することができる。

【0008】ところで、還元剤供給手段については、例

えばポスト噴射等によりNOx吸着材の上流側から還元剤を供給する方法と、還元剤供給手段をNOx吸着材と触媒との間に設けて、NOx吸着材と触媒との間に還元剤を供給する方法の2通りが考えられる。ここで、NOx吸着材の上流側から還元剤を供給する場合には、NOx吸着材に例えばPtやPdのような低温活性触媒種が含有されていると、還元剤が触媒上流のNOx吸着材を通過する際に比較的低温度でも酸化されてしまい、触媒に還元剤が供給されず、NOxを還元浄化できない。

【0009】この対策として、請求項3のように、NOx吸着材は、該NOx吸着材からNOxが脱離する温度領域の少なくとも低温範囲で、還元剤を酸化しないように構成することが好ましい。このようにすれば、NOx吸着材の上流側から供給した還元剤が全てNOx吸着材で酸化されてしまうことを防止でき、還元剤を触媒に確実に供給することができる。尚、NOx吸着材と触媒との間に還元剤を供給する場合には、還元剤がNOx吸着材を通過しないので、NOx吸着材による還元剤の酸化の問題は起こらず、例えばPtやPdのような低温活性触媒種が含有されているNOx吸着材も使用可能である。

【0010】また、請求項4のように、触媒とNOx吸着材の間に炭化水素吸着材を配設しても良い。つまり、内燃機関の排気中には微量の炭化水素が含まれており、これを炭化水素吸着材で吸着し、高温時に脱離させて下流の触媒にNOxの還元剤として供給するようにすれば、還元剤供給手段で供給する還元剤量を低減できて経済的である。しかも、排気温度が触媒のNOx浄化温度範囲よりも低い時でも、還元剤（炭化水素）が触媒をすり抜けて排出されることを防止でき、大気中への炭化水素排出量を大幅に低減できる。一般に、炭化水素吸着材が炭化水素を吸着できる温度は、NOx吸着材がNOxを吸着できる温度より低い。従って、炭化水素吸着材をNOx吸着材の下流に配設すれば、排気ガスが比較的高温になる加速時等でも、NOx吸着材の熱容量により排気ガスが冷却されるため、炭化水素吸着材に流入する排気ガスの温度が低くなり、炭化水素吸着材で排気中の炭化水素を吸着することができる。

【0011】ところで、NOx吸着材を温度上昇させる昇温手段としては、NOx吸着材に電気ヒータ等の発熱源を設けることが考えられるが、請求項5のように、排気温度を上昇させることで、NOx吸着材を温度上昇させるようにしても良い。排気温度を上昇させる手段としては、例えば、次のような方法が考えられる。

【0012】②燃料噴射量を増量して燃料噴射時期を遅角する。燃料噴射時期の遅角は、燃料噴射量の増量によるエンジントルクの上昇を抑えるために行う。

③ガソリンリーンバーンエンジンや筒内噴射ガソリンエンジンにおいては、点火時期を遅角させる。この際、トルク低下を抑えるために燃料噴射量を増量しても良い。

④内燃機関の膨張行程前半で筒内に少量の燃料を噴射して燃焼させる。

⑤ディーゼルエンジンにおいては、吸気絞り弁を一時的に絞って吸入空気量を一時的に減少させる。

【0013】これら②～⑤のいずれかの方法で排気温度を上昇させれば、電気ヒータ等の特別な加熱装置を必要とせず、NO<sub>x</sub>吸着材の昇温、つまり、NO<sub>x</sub>の脱離を実現できる。特に、エンジン負荷が低い場合は、吸気絞り弁により吸入空気量を減らして排気温度を昇温する方法が有効であり、一方、エンジン負荷が高い場合は、燃料噴射時期又は点火時期を遅角し、それによってエンジン出力が低下する分、燃料噴射量を増量する方法が有効である。また、内燃機関の膨張行程前半で筒内に少量の燃料を噴射して燃焼させる方法を用いれば、エンジン出力のための燃料噴射量や燃料噴射時期を大きく変更する必要がないため、トルクショックの発生や燃費の悪化が少ない。

【0014】また、請求項6のように、排気通路を2つに分岐して第1の排気通路と第2の排気通路を形成し、第1の排気通路にNO<sub>x</sub>吸着材と第1の触媒を直列に配設すると共に、第2の排気通路に炭化水素吸着材と第2の触媒を直列に配設し、第1及び第2の排気通路の上流側分岐部に、排気の流れを切り換える排気通路切換手段を配設した構成としても良い。この場合、排気温度を排気温度判定手段により判定し、排気温度に応じて排気通路切換手段を切り換えれば、NO<sub>x</sub>吸着材、炭化水素吸着材、各触媒をそれぞれ有効に活用して、排気中のNO<sub>x</sub>を効率良く浄化できる。しかも、排気温度が低い時には、排気中の炭化水素を炭化水素吸着材で吸着して、その後のNO<sub>x</sub>の浄化のために蓄えておくことができるため、還元剤供給手段で供給する還元剤量を低減できて経済的であると共に、排気温度が触媒のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲よりも低い時でも、還元剤（炭化水素）が触媒をすり抜けて排出されることを防止でき、大気中への炭化水素排出量を大幅に低減することができる。

【0015】この場合、請求項7のように、第1の触媒のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲の少なくとも高温範囲がNO<sub>x</sub>吸着材のNO<sub>x</sub>吸着温度範囲よりも高温側に位置するように設定すると共に、第2の触媒のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲の少なくとも高温範囲が炭化水素吸着材の炭化水素吸着温度範囲よりも高温側に位置するように設定することが好ましい。このようにすれば、第1の排気通路側では、NO<sub>x</sub>吸着材からNO<sub>x</sub>が脱離する温度が第1の触媒のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲内の温度となり、NO<sub>x</sub>吸着材から脱離したNO<sub>x</sub>を第1の触媒で確実に還元浄化することができる。また、第2の排気通路側では、炭化水素吸着材から炭化水素が脱離する温度が第2の触媒のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲内の温度となり、炭化水素吸着材から脱離した炭化水素を第2の触媒で還元剤として有効に利用してNO<sub>x</sub>を浄化することができる。

【0016】ところで、NO<sub>x</sub>吸着材はNO<sub>x</sub>を化学的に吸着するため脱離温度が一般的に高温であり、一方、炭化水素吸着材は炭化水素を物理的に吸着するため脱離温度が一般的に低温である。

【0017】この関係を考慮し、請求項8のように、NO<sub>x</sub>吸着材の下流に配設する第1の触媒を高温型（NO<sub>x</sub>浄化温度範囲が高温）にし、炭化水素吸着材の下流に配設する第2の触媒を低温型（NO<sub>x</sub>浄化温度範囲が低温）にすることが好ましい。このようにすれば、NO<sub>x</sub>吸着材のNO<sub>x</sub>脱離温度と第1の触媒のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲とが対応し、炭化水素吸着材の炭化水素脱離温度と第2の触媒のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲とが対応するため、排気温度に応じて排気通路切換手段を切り換えることで、排気温度を問わず、第1及び第2の両触媒を利用してNO<sub>x</sub>を効率良く還元浄化できる。

【0018】

【発明の実施の形態】

【実施形態（1）】以下、本発明をディーゼルエンジンに適用した実施形態（1）を図1乃至図6に基づいて説明する。

【0019】まず、図1に基づいてエンジン制御システム全体の構成を説明する。内燃機関であるディーゼルエンジン10の各気筒には、吸気管11を通して吸入される吸入空気が吸気マニホールド13を通して吸入される。ディーゼルエンジン10の各気筒には、電磁弁式の燃料噴射弁14が取り付けられ、各燃料噴射弁14には、高压燃料ポンプ15から高压に蓄圧された燃料がコモンレール16を通して分配される。

【0020】この燃料噴射弁14は、図6に示すように、圧縮上死点近傍でエンジン出力発生のためのメイン噴射を行うと共に、このメイン噴射に先立ち、パイロット噴射を行って少量の燃料を噴射し、この燃料が着火状態になったところで、メイン噴射を行うことで、燃焼初期の予混合燃焼を減少させてNO<sub>x</sub>排出量を低減させる。更に、燃料噴射弁14は、気筒内の温度が低下して燃料が燃焼しない膨張行程後半にポスト噴射を実行し、NO<sub>x</sub>触媒20に炭化水素を還元剤として供給する。従って、燃料噴射弁14は特許請求の範囲でいう還元剤供給手段としての役割も果たす。

【0021】ディーゼルエンジン10の各気筒から排出される排気ガスは、排気マニホールド17を通して1本の集合排気管18（排気通路）に排出され、この集合排気管18の途中には、排気中のNO<sub>x</sub>を吸着するNO<sub>x</sub>吸着材19が配設され、その下流に排気中のNO<sub>x</sub>を還元浄化する触媒、すなわちNO<sub>x</sub>触媒20が配設されている。

【0022】本実施形態（1）では、NO<sub>x</sub>吸着材19として、Mn（マンガン）-Zr酸化物（ジルコニア）を用いており、この材料は低温時にNO<sub>x</sub>を吸着し、高温時にNO<sub>x</sub>を脱離する。反応としては、低温時に、M

nがNOをNO<sub>2</sub>又はNO<sub>3</sub>に酸化し、これらをZrがNO<sub>2</sub><sup>-</sup>の形で化学吸着する。高温時には、ZrからNO<sub>2</sub><sup>-</sup>がNO<sub>2</sub>に化学変化して脱離する。一方、NO<sub>x</sub>触媒20は、Cu(銅)ゼオライトを用いており、特定の温度範囲で炭化水素(軽油等の燃料)を還元剤として、酸素過剰下で選択的にNO<sub>x</sub>を還元浄化する。

【0023】ここで、図2を用いてNO<sub>x</sub>吸着材19のNO<sub>x</sub>吸着率とNO<sub>x</sub>触媒20のNO<sub>x</sub>浄化率に関する温度特性を説明する。NO<sub>x</sub>吸着材19は約150℃以下ではNO<sub>x</sub>を吸着せず、約150℃から約350℃までの温度範囲でNO<sub>x</sub>を吸着し、約350℃以上でNO<sub>x</sub>を脱離する。つまり、約150℃から約350℃までの範囲がNO<sub>x</sub>吸着材19のNO<sub>x</sub>吸着温度範囲である。通常のエンジン運転条件では、排気温度がNO<sub>x</sub>吸着材19のNO<sub>x</sub>吸着温度範囲内で制御され、ディーゼルエンジン10から排出されたNO<sub>x</sub>がNO<sub>x</sub>吸着材19で吸着される。

【0024】一方、NO<sub>x</sub>触媒20は約350℃以下でNO<sub>x</sub>を浄化せず、約350℃から550℃までの温度範囲でNO<sub>x</sub>を浄化し、約550℃以上で再びNO<sub>x</sub>を浄化しなくなる。つまり、約350℃から約550℃までの範囲がNO<sub>x</sub>触媒20のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲である。従って、NO<sub>x</sub>触媒20のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲は、NO<sub>x</sub>吸着材19のNO<sub>x</sub>吸着温度範囲よりも高温になっており、NO<sub>x</sub>吸着材19の温度がNO<sub>x</sub>吸着温度範囲を越えて、NO<sub>x</sub>吸着材19からNO<sub>x</sub>が脱離する時に、そのNO<sub>x</sub>を下流のNO<sub>x</sub>触媒20で還元浄化できるようになっている。

【0025】図1に示すように、NO<sub>x</sub>吸着材19の上流側には、排気温度を検出する排気温度センサ21が設置され、また、NO<sub>x</sub>触媒20の下流側には、排気中のNO<sub>x</sub>濃度を検出するNO<sub>x</sub>センサ22が設置されている。

【0026】これら排気温度センサ21、NO<sub>x</sub>センサ22の出力信号は、エンジン電子制御回路(以下「ECU」と表記する)25に入力される。このECU25は、アクセルセンサ26及びエンジン回転数センサ27等から出力される信号を読み込んでディーゼルエンジン10の運転状態を検出し、燃料噴射量や燃料噴射時期を制御する。

【0027】このECU25は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵されたROM(記憶媒体)には、燃料噴射量や燃料噴射時期を制御する燃料噴射制御プログラム(図示せず)や図3及び図4に示すNO<sub>x</sub>浄化制御プログラム等が記憶されている。

【0028】以下、このECU25によって実行される図3及び図4のNO<sub>x</sub>浄化制御プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは所定時間毎に実行され、特許請求の範囲という制御手段としての役割を果たす。本プログラムが起動されると、まず、ステップ101で、ア

クセルセンサ26、エンジン回転数センサ27及び排気温度センサ21で検出したアクセル開度AC、エンジン回転数Ne及び排気温度Tを読み込む。この後、ステップ102に進み、アクセル開度ACとエンジン回転数Neとに基づいてNO<sub>x</sub>排出量を算出する。このNO<sub>x</sub>排出量の算出は、予めアクセル開度ACとエンジン回転数NeとパラメータとするNO<sub>x</sub>排出量のマップf(AC, Ne)を設定しておき、その時点のAC, Neに応じたNO<sub>x</sub>排出量をマップf(AC, Ne)より算出する。

【0029】この後、ステップ103に進み、NO<sub>x</sub>吸着材19のNO<sub>x</sub>吸着量をNO<sub>x</sub>排出量と排気温度Tに基づいて算出する。具体的には、排気温度Tに応じたNO<sub>x</sub>吸着材19の吸着率をマップ等から求め、その吸着率にNO<sub>x</sub>排出量を乗算してNO<sub>x</sub>吸着量を算出する。そして、次のステップ104で、NO<sub>x</sub>吸着材19の積算NO<sub>x</sub>吸着量を、前回までの積算NO<sub>x</sub>吸着量に今回のNO<sub>x</sub>吸着量(ステップ103の演算値)を積算して求める。上記ステップ103、104の処理が特許請求の範囲という吸着量推定手段として機能する。

【0030】次のステップ105では、積算NO<sub>x</sub>吸着量が所定吸着量以上であるか否かを判定し、所定吸着量未満であれば、以降の処理を行うことなく、本プログラムを終了する。ここで、所定吸着量は、NO<sub>x</sub>吸着材19の飽和吸着量以下の範囲で予め設定されている。

【0031】一方、積算NO<sub>x</sub>吸着量が所定吸着量以上であれば、ステップ106に進み、排気温度センサ21で検出した排気温度Tを読み込んだ後、ステップ107に進み、この排気温度Tを所定温度範囲(NO<sub>x</sub>の浄化に適した温度範囲)と比較する。もし、排気温度Tが所定温度範囲より低温であれば、ステップ108に進み、燃料噴射量を増量補正すると共に、この増量補正によるエンジントルクの上昇を抑えるために、燃料噴射時期を遅角補正して、排気温度を上昇させ、再度、排気温度Tを読み込んで所定温度範囲と比較する処理(ステップ106、107)を繰り返す。上記ステップ108の処理が特許請求の範囲という昇温手段として機能する。

【0032】これに対し、排気温度Tが所定温度範囲より高温の場合は、ステップ109に進み、燃料噴射量を減量補正すると共に、この減量補正によるエンジントルクの低下を抑えるために、燃料噴射時期を進角補正して、排気温度を低下させ、再度、排気温度Tを読み込んで所定温度範囲と比較する処理(ステップ106、107)を繰り返す。

【0033】以上の処理により、排気温度Tが所定温度範囲内(つまりNO<sub>x</sub>の浄化に適した温度範囲)になると、ステップ107から図4のステップ110に進み、膨張行程後半にポスト噴射を開始する。このポスト噴射を行う膨張行程後半は、気筒内の温度が低下して燃料が燃焼しないため、ポスト噴射された燃料は、未燃状態の

10

20

30

40

50



まま排気ガスに混じってディーゼルエンジン 10 から排出され、NO<sub>x</sub>触媒 20 に供給されて、NO<sub>x</sub>の還元浄化のために用いられる。

【0034】ポスト噴射開始後、ステップ 111 に進み、NO<sub>x</sub>センサ 22 で検出した排気中の NO<sub>x</sub> 濃度 SNO<sub>x</sub> を読み込んだ後、ステップ 112 に進み、NO<sub>x</sub> 濃度 SNO<sub>x</sub> を所定濃度範囲（NO<sub>x</sub> の浄化が適正に行われている時の濃度範囲）と比較する。もし、NO<sub>x</sub> 濃度 SNO<sub>x</sub> が所定濃度範囲より低ければ、NO<sub>x</sub> 触媒 20 への炭化水素供給量が多すぎると判断できるため、ステップ 113 に進み、ポスト噴射量を減量して、ステップ 115 に進む。

【0035】これに対し、NO<sub>x</sub> 濃度 SNO<sub>x</sub> が所定濃度範囲より高い場合は、NO<sub>x</sub> 触媒 20 への炭化水素供給量が少なすぎると判断できるため、ステップ 114 に進み、ポスト噴射量を増量し、ステップ 115 に進む。また、ステップ 112 で、NO<sub>x</sub> 濃度 SNO<sub>x</sub> が所定濃度範囲内であれば、ポスト噴射量を増減せずに、ステップ 115 に進む。

【0036】このステップ 115 では、ポスト噴射開始後、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 で吸着した NO<sub>x</sub> が全て脱離するのに必要な所定時間が経過したか否かを判定し、所定時間が経過していなければ、ステップ 106 に戻り、上述した処理を繰り返す。ポスト噴射開始後、所定時間が経過すれば、ステップ 115 からステップ 116 に進み、ポスト噴射を停止し、燃料噴射量の補正を停止すると共に、燃料噴射時期の補正を停止し、本プログラムを終了する。

【0037】以上説明した NO<sub>x</sub> 浄化制御の挙動を図 5 のタイムチャートを用いて説明する。通常のエンジン運転条件では、排気温度は NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の NO<sub>x</sub> 吸着温度範囲内に制御されるため、ディーゼルエンジン 10 から排出された NO<sub>x</sub> は NO<sub>x</sub> 吸着材 19 で吸着され、時間の経過とともに NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の積算 NO<sub>x</sub> 吸着量が増加していく。その後、時刻 A で、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の積算 NO<sub>x</sub> 吸着量が所定吸着量に達すると、燃料噴射量を増量補正すると共に、燃料噴射時期を遅角補正し、エンジン出力を変化させずに、排気温度を上昇させる。

【0038】この排気温度の上昇により、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の温度が NO<sub>x</sub> 脱離温度領域に上昇すると、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 から NO<sub>x</sub> が脱離し始めて、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の積算 NO<sub>x</sub> 吸着量が減少し始め、NO<sub>x</sub> 触媒 20 への流入 NO<sub>x</sub> 量が増加し始める。そして、ポスト噴射により還元剤である炭化水素（軽油）が NO<sub>x</sub> 触媒 20 に供給されると、NO<sub>x</sub> 触媒 20 で NO<sub>x</sub> が浄化される。

【0039】この際、NO<sub>x</sub> 触媒 20 に流入する NO<sub>x</sub> には、ディーゼルエンジン 10 から排出される NO<sub>x</sub> と、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 から脱離する NO<sub>x</sub> が加わるため、排気ガス昇温直後は、高濃度の NO<sub>x</sub> が NO<sub>x</sub> 触媒

20 に流入する。また、NO<sub>x</sub> 触媒 20 の熱容量のため、排気ガス昇温直後は、NO<sub>x</sub> 触媒 20 の温度はやや低く、NO<sub>x</sub> 浄化率もやや低いため、NO<sub>x</sub> 触媒 20 下流の NO<sub>x</sub> センサ 22 の出力は高いが、NO<sub>x</sub> 触媒 20 の温度が高くなるに従って、NO<sub>x</sub> 浄化率が上昇し、NO<sub>x</sub> センサ 22 の出力（排気中の NO<sub>x</sub> 濃度）が低下していく。この際、NO<sub>x</sub> センサ 22 の出力が所定範囲になるようにポスト噴射量を増減補正して NO<sub>x</sub> 触媒 20 での反応を制御する。

【0040】そして、時刻 A から NO<sub>x</sub> 吸着材 19 で吸着した NO<sub>x</sub> が全て脱離する所定時間経過後の時刻 B で、燃料噴射量の増量補正と燃料噴射時期の遅角補正を終了して、通常のエンジン運転状態に戻り、再度、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 に NO<sub>x</sub> を吸着させる。

【0041】以上のようにして、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 と NO<sub>x</sub> 触媒 20 とを利用し、排気温度を通常温度域と高温域とに交互に切り換えることで、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 への NO<sub>x</sub> の吸着と、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 からの NO<sub>x</sub> 脱離（NO<sub>x</sub> 触媒 20 による NO<sub>x</sub> 浄化）とを交互に実行して、排気中の NO<sub>x</sub> を効率良く低減する。

【0042】この場合、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 から NO<sub>x</sub> を脱離させる手段として、リッチ雰囲気をつくるのではなく、排気ガス昇温により NO<sub>x</sub> 吸着材 19 を温度上昇させるようにしているため、リッチ雰囲気をつくるために燃焼開始前に燃料噴射量を増量する必要がなくなり、燃料噴射量の増量によるノッキングの発生やスモークの発生の問題を解消することができ、安定した燃焼状態のもとで NO<sub>x</sub> を効率良く浄化できて、低エミッション化、ドライバビリティ向上の要求を十分に満たすことができる。

【0043】ところで、仮に、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 として、例えば Pt（プラチナ）-Ba（バリウム）を用いると、ポスト噴射した炭化水素が NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の Pt で反応してしまい、NO<sub>x</sub> 触媒 20 に供給できなくなるという問題が発生する。

【0044】この点、本実施形態（1）では、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 として、Mn（マンガン）-Zr 酸化物（ジルコニア）を用いているため、NO<sub>x</sub> が脱離する 350℃ でもポスト噴射した炭化水素が NO<sub>x</sub> 吸着材 19 で反応（酸化）することはなく、NO<sub>x</sub> 触媒 20 に炭化水素を供給できる。

【0045】尚、本実施形態（1）では、排気温度センサ 21 を NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の上流側に配設したが、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の下流側に配設しても良い。このようにすると、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の熱容量により流入ガス温度に対して NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の温度変化が遅れるが、この構成では、より正確に NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の温度、つまり、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の NO<sub>x</sub> 吸着脱離特性を検出できる。尚、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の上流と下流の双方に排気温度センサを配置し、両排気温度センサの検出温度から NO<sub>x</sub>

吸着材 1 9 の温度を評価するようにしても良い。

【 0 0 4 6 】また、本実施形態 ( 1 ) では、図 2 に示すように、NO<sub>x</sub> 触媒 2 0 のNO<sub>x</sub> 浄化温度範囲の全体がNO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 のNO<sub>x</sub> 吸着温度範囲よりも高温になっているが、両者の温度範囲が部分的に重なり合っているとしても良く、要は、NO<sub>x</sub> 触媒 2 0 のNO<sub>x</sub> 浄化温度範囲の少なくとも高温範囲がNO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 のNO<sub>x</sub> 吸着温度範囲よりも高温側にずれていれば良い。

【 0 0 4 7 】【実施形態 ( 2 ) 】上記実施形態 ( 1 ) では、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 を温度上昇させる昇温手段として燃料噴射量を増量補正し、燃料噴射時期を遅角補正して排気ガス温度を高くしたが、図 7 に示す本発明の実施形態 ( 2 ) のように、早期ポスト噴射を気筒内の温度がまだ高く燃料が燃焼する膨張行程前半で行い、早期ポスト噴射により供給された燃料を筒内で燃焼させて排気温度を高くするようにしても良い。このようにすれば、燃料噴射量の増量や燃料噴射時期の遅角が不要になり、制御が簡単になると共に、エンジンの出力変化を小さくできる利点がある。

【 0 0 4 8 】【実施形態 ( 3 ) 】前記実施形態 ( 1 ) では、燃料噴射弁 1 4 からポスト噴射により還元剤 (炭化水素) をNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 に供給したが、図 8 に示す本発明の実施形態 ( 3 ) では、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 とNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 との間に、炭化水素供給手段として電磁弁式の炭化水素供給ノズル 3 1 を設け、高圧燃料ポンプ 1 5 のフィード圧を取り出して炭化水素供給ノズル 3 1 で燃料供給量を調量してNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 に供給するようにしている。これ以外の構成は、前記実施形態 ( 1 ) と同じである。

【 0 0 4 9 】この構成では、還元剤である炭化水素はNO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 を通らずにNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 に供給されるため、還元剤がNO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 で反応する問題が生じない。従って、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 として、例えば Pt (プラチナ) - Ba (バリウム) も使用可能である。

【 0 0 5 0 】【実施形態 ( 4 ) 】図 9 乃至図 1 1 に示す本発明の実施形態 ( 4 ) では、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 とNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 との間に、炭化水素 (以下「HC」と表記する) を吸着するHC吸着材 3 2 を配設している。NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 としてMn (マンガン) - Zr (ジルコニア) 酸化物を用い、NO<sub>x</sub> 触媒 2 0 としてCu (銅) ゼオライトを用い、HC吸着材 3 2 としてゼオライトを用いている。これ以外のシステム構成は、前記実施形態 ( 1 ) と同じである。

【 0 0 5 1 】図 1 0 に示すように、HC吸着材 3 2 のHC吸着温度範囲よりもNO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 のNO<sub>x</sub> 吸着温度範囲が高く、更に、このNO<sub>x</sub> 吸着温度範囲よりもNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 のNO<sub>x</sub> 浄化温度範囲が高くなっている。この場合、HC吸着材 3 2 は約 2 0 0 °C 以下でHCを吸着し、約 2 0 0 °C 以上でHCを脱離する。また、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 は、約 1 5 0 °C 以下ではNO<sub>x</sub> を吸着せず、

約 1 5 0 °C から約 3 5 0 °C までの範囲でNO<sub>x</sub> を吸着し、約 3 5 0 °C 以上でNO<sub>x</sub> を脱離する。NO<sub>x</sub> 触媒 2 0 は、約 3 5 0 °C 以下ではNO<sub>x</sub> を浄化せず、約 3 5 0 °C から約 5 5 0 °C までの範囲でNO<sub>x</sub> を浄化し、約 5 5 0 °C 以上でNO<sub>x</sub> を浄化しなくなる。

【 0 0 5 2 】本実施形態 ( 4 ) の制御も、前記実施形態 ( 1 ) と同じく、図 3 及び図 4 に示すNO<sub>x</sub> 浄化制御プログラムによって行われる。

【 0 0 5 3 】次に、本実施形態 ( 4 ) のNO<sub>x</sub> 浄化制御の挙動を図 1 1 のタイムチャートを用いて説明する。通常のエンジン運転条件では、排気温度はNO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 のNO<sub>x</sub> 吸着温度範囲内に制御されるため、ディーゼルエンジン 1 0 から排出されたNO<sub>x</sub> はNO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 で吸着され、時間の経過とともにNO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 の積算NO<sub>x</sub> 吸着量が増加していく。そして、時刻AからBの間では、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 の熱容量によりHC吸着材 3 2 に流入する排気ガスの温度は、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 に流入する排気ガスの温度よりも低くなり、HC吸着材 3 2 の温度はHC吸着温度範囲内にあるため、排気ガス中に含まれる微量のHCがHC吸着材 3 2 に吸着される。

【 0 0 5 4 】その後、エンジン負荷が上昇して排気温度が高くなる時刻BからCでは、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 が排気熱で加熱されて、HC吸着材 3 2 の温度がHC吸着温度範囲よりも高くなり、HC吸着材 3 2 に吸着されているHCが一部脱離して積算HC吸着量は一時的に減少する。

【 0 0 5 5 】その後、時刻CからEで、エンジン負荷が低下して排気温度が低下すると、再度、HC吸着材 3 2 の温度がHC吸着温度範囲内となり、排気ガス中に含まれる微量のHCがHC吸着材 3 2 に吸着され、積算HC吸着量が増加する。

【 0 0 5 6 】その後、時刻Eで、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 の積算NO<sub>x</sub> 吸着量が所定吸着量に達すると、燃料噴射量を増量補正すると共に、燃料噴射時期を遅角補正し、エンジン出力を変化させずに、排気温度を高くする。これにより、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 の温度がNO<sub>x</sub> 脱離温度領域に上昇すると、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 からNO<sub>x</sub> が脱離を始めて、NO<sub>x</sub> 吸着材 1 9 の積算NO<sub>x</sub> 吸着量が減少を始め、NO<sub>x</sub> 触媒 2 0 への流入NO<sub>x</sub> 量が増加し始める。このとき、HC吸着材 3 2 の温度がやや遅れて上昇し、HC吸着材 3 2 からHCが脱離してNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 へ流入する。更に、ポスト噴射により還元剤であるHC (軽油) がNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 に供給される。

【 0 0 5 7 】これにより、NO<sub>x</sub> 触媒 2 0 では、HC吸着材 3 2 から脱離したHCとポスト噴射により供給したHCを還元剤としてNO<sub>x</sub> が浄化される。この結果、HC吸着材 3 2 で吸着したHC量の分だけポスト噴射で供給するHCを低減でき、燃費悪化を抑制することができて経済的であると共に、排気温度がNO<sub>x</sub> 触媒 2 0 のN



NO<sub>x</sub> 浄化温度範囲よりも低い時でも、還元剤 (HC) が NO<sub>x</sub> 触媒 20 をすり抜けて排出されることを防止でき、大気中への HC 排出量を大幅に低減できる。その後の NO<sub>x</sub> 浄化制御の挙動は、前記実施形態 (1) で説明した内容と同じである。

【0058】尚、本実施形態 (4) では、排気温度センサ 21 を NO<sub>x</sub> 吸着材 19 の上流側に配設したが、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 と HC 吸着材 32 との間に配設しても良い。その他、HC 吸着材 32 と NO<sub>x</sub> 触媒 20 との間にも排気温度センサを配設し、NO<sub>x</sub> 吸着材 19 と HC 吸着材 32 との双方の温度を考慮して、燃料噴射量や燃料噴射時期の補正量を演算するようにしても良い。

【0059】【実施形態 (5)】次に、図 12 乃至図 16 に基づいて本発明の実施形態 (5) を説明する。本実施形態 (5) では、図 12 に示すように、集合排気管 18 の途中部を仕切板 33 で 2 つに分岐して、第 1 の排気通路 34 と第 2 の排気通路 35 を形成し、第 1 の排気通路 34 には NO<sub>x</sub> 吸着材 36 と高温型 NO<sub>x</sub> 触媒 37

(第 1 の触媒) を直列に配設し、第 2 の排気通路 35 には HC 吸着材 38 と低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39 (第 2 の触媒) を直列に配設している。更に、第 1 及び第 2 の排気通路 34、35 の上流側分岐部には、排気ガスの流れを切り換える排気通路切換バルブ 40 (排気通路切換手段) を配設している。

【0060】この場合、排気通路切換バルブ 40 を、第 1 の排気通路 34 を閉鎖する②位置に切り換えると、排気ガスは第 2 の排気通路 35 (HC 吸着材 38 と低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39) に流れる。一方、排気通路切換バルブ 40 を、2 の排気通路 35 を閉鎖する③位置に切り換えると、排気ガスは第 1 の排気通路 34 (NO<sub>x</sub> 吸着材 36 と高温型 NO<sub>x</sub> 触媒 37) に流れる。集合排気管 18 の分岐部の上流には排気温度センサ 21 (排気温度判定手段) が配設され、第 1 の排気通路 34 と第 2 の排気通路 35 が合流する下流位置には NO<sub>x</sub> センサ 21 が配設されている。

【0061】本実施形態 (5) では、NO<sub>x</sub> 吸着材 36 として Mn (マンガン) - Zr 酸化物 (ジルコニア) を用い、高温型 NO<sub>x</sub> 触媒 37 として Cu (銅) ゼオライトを用いている。また、HC 吸着材 38 としてゼオライトを用い、低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39 として Pt (プラチナ) ゼオライトを用いている。

【0062】第 1 の排気通路 34 に配設された NO<sub>x</sub> 吸着材 36 と高温型 NO<sub>x</sub> 触媒 37 の温度特性については、図 13 (a) に示すように、NO<sub>x</sub> 吸着材 36 は、約 150℃ 以下では NO<sub>x</sub> を吸着せず、約 150℃ から 350℃ までの温度範囲で NO<sub>x</sub> を吸着し、約 350℃ 以上で NO<sub>x</sub> を脱離する。つまり、約 150℃ から約 350℃ までの範囲が NO<sub>x</sub> 吸着材 36 の NO<sub>x</sub> 吸着温度範囲である。

【0063】また、高温型 NO<sub>x</sub> 触媒 37 は、約 350

℃ 以下で NO<sub>x</sub> を浄化せず、約 350℃ から約 550℃ までの温度範囲で NO<sub>x</sub> を浄化し、約 550℃ 以上で再び NO<sub>x</sub> を浄化しなくなる。つまり、約 350℃ から約 550℃ までの範囲が NO<sub>x</sub> 触媒 20 の NO<sub>x</sub> 浄化温度範囲である。従って、高温型 NO<sub>x</sub> 触媒 37 の NO<sub>x</sub> 浄化温度範囲は、NO<sub>x</sub> 吸着材 36 の NO<sub>x</sub> 吸着温度範囲よりも高温になっており、NO<sub>x</sub> 吸着材 36 の温度が NO<sub>x</sub> 吸着温度範囲を越えて、NO<sub>x</sub> 吸着材 36 から NO<sub>x</sub> が脱離する時に、その NO<sub>x</sub> を下流の NO<sub>x</sub> 触媒 20 で還元浄化できるようになっている。

【0064】一方、第 2 の排気通路 35 に配設された HC 吸着材 38 と低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39 の温度特性については、図 13 (b) に示すように、HC 吸着材 38 は、約 200℃ 以下で HC を吸着し、約 200℃ 以上で HC を脱離する。つまり、約 200℃ 以下が HC 吸着材 38 の HC 吸着温度範囲である。また、低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39 は、約 200℃ 以下で NO<sub>x</sub> を浄化せず、約 200℃ から約 350℃ までの温度範囲で NO<sub>x</sub> を浄化し、約 350℃ 以上で再び NO<sub>x</sub> を浄化しなくなる。つまり、約 200℃ から約 350℃ までの範囲が低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39 の NO<sub>x</sub> 浄化温度範囲である。従って、低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39 の NO<sub>x</sub> 浄化温度範囲は、HC 吸着材 38 の HC 吸着温度範囲よりも高温になっており、HC 吸着材 38 から HC が脱離する時に、その HC を下流の低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39 に供給して排気中の NO<sub>x</sub> を還元浄化できるようになっている。

【0065】ここで、温度 T1 (約 150℃) 以下では、NO<sub>x</sub> 吸着材 36 は NO<sub>x</sub> を吸着せず、HC 吸着材 38 は HC を吸着できるため、排気通路切換バルブ 40 を②位置に切り換えて、排気ガスを第 2 の排気通路 35 に流し、排気中の HC を HC 吸着材 38 に吸着させる。そして、温度 T1 (約 150℃) から温度 T2 (約 220℃) までの温度範囲では、NO<sub>x</sub> 吸着材 36 は NO<sub>x</sub> を吸着し、HC 吸着材 38 は 200℃ 以上で HC 吸着率が低下するため、排気通路切換バルブ 40 を③位置に切り換えて、排気ガスを第 1 の排気通路 34 に流し、排気中の NO<sub>x</sub> を NO<sub>x</sub> 吸着材 36 に吸着させる。

【0066】また、温度 T2 (約 220℃) から温度 T3 (約 350℃) までの温度範囲では、HC 吸着材 36 は HC を脱離し、低温型 NO<sub>x</sub> 触媒 39 で NO<sub>x</sub> を浄化できるため、排気通路切換バルブ 40 を②位置に切り換えて、排気ガスを第 2 の排気通路 35 に流し、NO<sub>x</sub> を浄化させる。そして、温度 T3 (約 350℃) 以上では、NO<sub>x</sub> 吸着材 36 は NO<sub>x</sub> を脱離し、高温型 NO<sub>x</sub> 触媒 37 で NO<sub>x</sub> を浄化できるため、排気通路切換バルブ 40 を③位置に切り換えて、排気ガスを第 1 の排気通路 37 に流し、NO<sub>x</sub> を浄化させる。

【0067】以上のような NO<sub>x</sub> 浄化制御は、図 14 及び図 15 に示す NO<sub>x</sub> 浄化制御プログラムによって実行

される。本プログラムは、所定時間毎に起動され、特許請求の範囲という制御手段としての役割を果たす。本プログラムが起動されると、まず、ステップ201で、排気温度センサ21で検出した排気温度Tを読み込み、次のステップ202で、排気温度Tを図13(c)に示す基準温度T1(約150℃)、T2(約220℃)と比較する。

【0068】もし、このステップ202で、 $T < T1$ であれば、ステップ203に進み、排気通路切換バルブ40を②位置に切り換えて、排気ガスを第2の排気通路35(HC吸着材38と低温型NOx触媒39)に流すと共に、次のステップ204で、所定期間だけポスト噴射を行い、本プログラムを終了する。この場合、ポスト噴射により排気ガス中に添加されたHCはHC吸着材38に吸着される。

【0069】また、ステップ202で、 $T1 \leq T < T2$ であれば、ステップ205に進み、排気通路切換バルブ40を③位置に切り換え、排気ガスを第1の排気通路34(NOx吸着材36と高温型NOx触媒37)に流して、排気中のNOxをNOx吸着材36に吸着させると共に、次のステップ206で、ポスト噴射を停止して、本プログラムを終了する。

【0070】また、ステップ202で、 $T \geq T2$ であれば、ステップ207に進み、排気温度Tを図13(c)に示す基準温度T3(約350℃)、T4(約580℃)と比較する。もし、 $T2 \leq T < T3$ であれば、ステップ208に進み、排気通路切換バルブ40を②位置に切り換えて、排気ガスを第2の排気通路35(HC吸着材38と低温型NOx触媒39)に流し、HC吸着材38を昇温してHC吸着材38からHCを脱離させると共に、次のステップ209で、ポスト噴射を行い、排気ガスにHCを添加する。これにより、HCを下流の低温型NOx触媒39に供給して排気中のNOxを還元浄化する。

【0071】また、ステップ207で、 $T3 \leq T < T4$ であれば、ステップ210に進み、排気通路切換バルブ40を③位置に切り換えて、排気ガスを第1の排気通路37(NOx吸着材36と高温型NOx触媒37)に流し、NOx吸着材36を昇温してNOx吸着材36からNOxを脱離させると共に、次のステップ211で、ポスト噴射を行い、排気ガスにHCを添加する。これにより、HCを下流の高温型NOx触媒37に供給してNOxを還元浄化する。

【0072】上記ステップ209又は211の処理後、ステップ212に進み、NOxセンサ22で検出した排気中のNOx濃度SNOxを読み込み、次のステップ213で、このNOx濃度SNOxを所定濃度範囲(NOxの浄化が適正に行われているときの濃度範囲)と比較する。もし、NOx濃度SNOxが所定濃度範囲より低い場合は、HCが多すぎると判断できるため、ステップ

214に進み、ポスト噴射量を減量して、本プログラムを終了する。

【0073】また、ステップ213で、NOx濃度SNOxが所定濃度範囲より高い場合には、HCが不足すると判断できるため、ステップ215に進み、ポスト噴射量を増量して、本プログラムを終了する。

【0074】尚、図14のステップ207で、 $T \geq T4$ であれば、15のステップ216に進み、排気通路切換バルブ40を③位置に切り換えて、排気ガスを第1の排気通路37(NOx吸着材36と高温型NOx触媒37)に流す。つまり、 $T \geq T4$ の場合は、高温型NOx触媒37の温度がNOx浄化温度範囲よりも高く、NOxを浄化できないため、次のステップ217で、ポスト噴射を停止して本プログラムを終了する。

【0075】以上説明したNOx浄化制御の挙動を図16のタイムチャートを用いて説明する。時刻AからBの間では排気温度がT1以下であるため、排気通路切換バルブ40の位置を②に切り換えて、排気ガスを第2の排気通路35に流し、所定期間だけポスト噴射を行い、HC吸着材38でHCを吸着させる。この後、時刻BからCの間では排気温度はT1からT2の間であるため、排気通路切換バルブ40の位置を③に切り換えて、排気ガスを第1の排気通路34に流し、排気中のNOxをNOx吸着材36に吸着させる。

【0076】その後、時刻CからDの間では排気温度がT2からT3の間であるため、排気通路切換バルブ40の位置を②に切り換えて、排気ガスを第2の排気通路35に流し、HC吸着材38からHCを脱離させると共に、ポスト噴射により還元剤であるHCを低温型NOx触媒39に供給して、NOxを浄化させる。

【0077】その後、時刻DからEの間では排気温度はT3からT4の間であるため、排気通路切換バルブ40の位置を③に切り換えて、排気ガスを第1の排気通路34に流し、NOx吸着材36からNOxを脱離させると共に、ポスト噴射により還元剤であるHCを高温型NOx触媒37に供給して、NOxを浄化させる。

【0078】その後、時刻EからFの間では排気温度がT4以上であるため、排気通路切換バルブ40の位置を③に切り換えて、排気ガスを第1の排気通路34に流す。この時は、高温型NOx触媒37の温度は、NOx浄化温度範囲よりも高く、NOxを浄化できないため、ポスト噴射は停止される。

【0079】その後、時刻FからGの間では排気温度がT3からT4の間であるため、排気通路切換バルブ40の位置を③に切り換えて、排気ガスを第1の排気通路34に流し、ポスト噴射により還元剤であるHCを高温型NOx触媒37に供給して、NOxを浄化させる。

【0080】その後、時刻GからHの間では排気温度がT2からT3の間であるため、排気通路切換バルブ40の位置を②に切り換えて、排気ガスを第2の排気通路3

5に流し、ポスト噴射により還元剤であるHCを低温型NO<sub>x</sub>触媒39に供給して、NO<sub>x</sub>を浄化させる。

【0081】その後、時刻HからIの間では排気温度がT1からT2の間であるため、排気通路切換バルブ40の位置を③に切り換えて、排気ガスを第1の排気通路34に流し、NO<sub>x</sub>吸着材36でNO<sub>x</sub>を吸着させる。

【0082】そして、時刻I以降では排気温度はT1以下であるため、排気通路切換バルブ40の位置を②に切り換えて、排気ガスを第2の排気通路35に流し、所定時間だけポスト噴射を行い、HC吸着材38でHCを吸着させる。

【0083】以上説明した実施形態(5)では、排気温度に応じて排気通路切換バルブ40を切り換えることで、NO<sub>x</sub>吸着材36と高温型NO<sub>x</sub>触媒37との組み合わせと、HC吸着材38と低温型NO<sub>x</sub>触媒39との組み合わせをそれぞれ有効に活用して、排気中のNO<sub>x</sub>を効率良く浄化できる。しかも、排気温度が低い時には、排気中のHCをHC吸着材38で吸着して、その後のNO<sub>x</sub>の浄化のために蓄えておくことができるため、ポスト噴射により供給するHC量を低減できて経済的であると共に、排気温度が低温型NO<sub>x</sub>触媒39のNO<sub>x</sub>浄化温度範囲よりも低い時でも、HCが触媒をすり抜けて排出されることを防止でき、大気中へのHC排出量を大幅に低減できる。

【0084】尚、本実施形態(5)においても、還元剤供給手段として、燃料噴射弁14のポスト噴射に代えて、高圧燃料ポンプ15から燃料が供給される炭化水素供給ノズルを集合排気管18の分岐部の上流に設けるようにしても良い。

【0085】また、上記各実施形態では、いずれも、排気温度を排気温度センサで直接検出するようにしたが、燃料噴射量、エンジン回転数、吸気管圧力(又は吸入空気量)等から排気温度を推定するようにしても良い。

【0086】以上説明した各実施形態は、いずれも本発明をディーゼルエンジンに適用したものであるが、ガソリンリーンバーンエンジン、筒内噴射ガソリンエンジン等、希薄空燃比で運転される種々の内燃機関に適用可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)を示すエンジン制御システム全体の構成図

【図2】NO<sub>x</sub>吸着材のNO<sub>x</sub>吸着率とNO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化率に関する温度特性を示す図

【図3】実施形態(1)のNO<sub>x</sub>浄化制御プログラムの前半の処理の流れを示すフローチャート

【図4】実施形態(1)のNO<sub>x</sub>浄化制御プログラムの後半の処理の流れを示すフローチャート

【図5】実施形態(1)のNO<sub>x</sub>浄化制御の挙動を示すタイムチャート

【図6】パイロット噴射、メイン噴射、ポスト噴射の関係を示すタイムチャート

【図7】本発明の実施形態(2)で実行するパイロット噴射、メイン噴射、早期ポスト噴射、ポスト噴射の関係を示すタイムチャート

【図8】本発明の実施形態(3)を示すエンジン制御システム全体の構成図

【図9】本発明の実施形態(4)を示すエンジン制御システム全体の構成図

【図10】HC吸着材のHC吸着率、NO<sub>x</sub>吸着材のNO<sub>x</sub>吸着率、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化率に関する温度特性を示す図

【図11】実施形態(4)のNO<sub>x</sub>浄化制御の挙動を示すタイムチャート

【図12】本発明の実施形態(5)を示すエンジン制御システム全体の構成図

【図13】(a)はNO<sub>x</sub>吸着材のNO<sub>x</sub>吸着率と高温型NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化率に関する温度特性を示す図、(b)はHC吸着材のHC吸着率と低温型NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化率に関する温度特性を示す図、(c)は排気通路切換バルブの切換位置と排気温度との関係を示す図

【図14】実施形態(5)のNO<sub>x</sub>浄化制御プログラムの前半の処理の流れを示すフローチャート

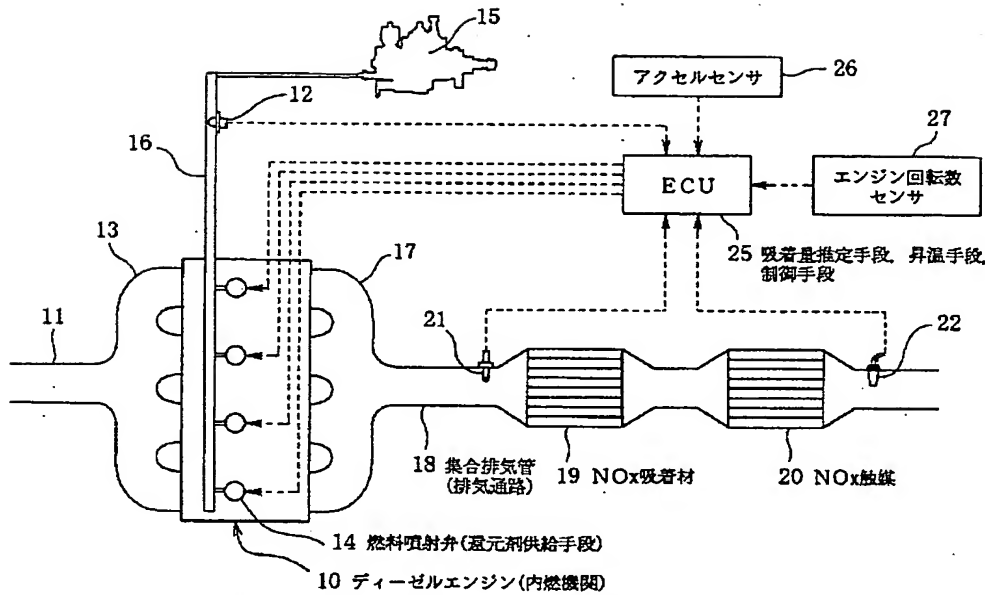
【図15】実施形態(5)のNO<sub>x</sub>浄化制御プログラムの後半の処理の流れを示すフローチャート

【図16】実施形態(5)のNO<sub>x</sub>浄化制御の挙動を示すタイムチャート

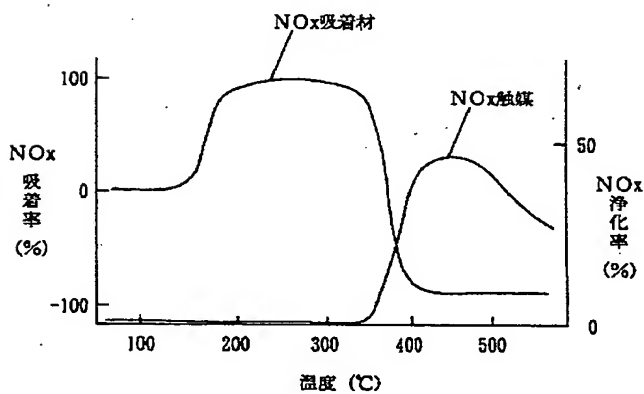
#### 【符号の説明】

10…ディーゼルエンジン(内燃機関)、11…吸気管、14…燃料噴射弁(還元剤供給手段)、15…高圧燃料ポンプ、18…集合排気管(排気通路)、19…NO<sub>x</sub>吸着材、20…NO<sub>x</sub>触媒、21…排気温度センサ(排気温度判定手段)、22…NO<sub>x</sub>センサ、25…ECU(吸着量推定手段、昇温手段、制御手段)、27…エンジン回転数センサ、31…炭化水素供給ノズル(還元剤供給手段)、32…HC吸着材、34…第1の排気通路、35…第2の排気通路、36…NO<sub>x</sub>吸着材、37…高温型NO<sub>x</sub>触媒(第1の触媒)、38…HC吸着剤、39…低温型NO<sub>x</sub>触媒(第2の触媒)、40…排気通路切換バルブ(排気通路切換手段)。

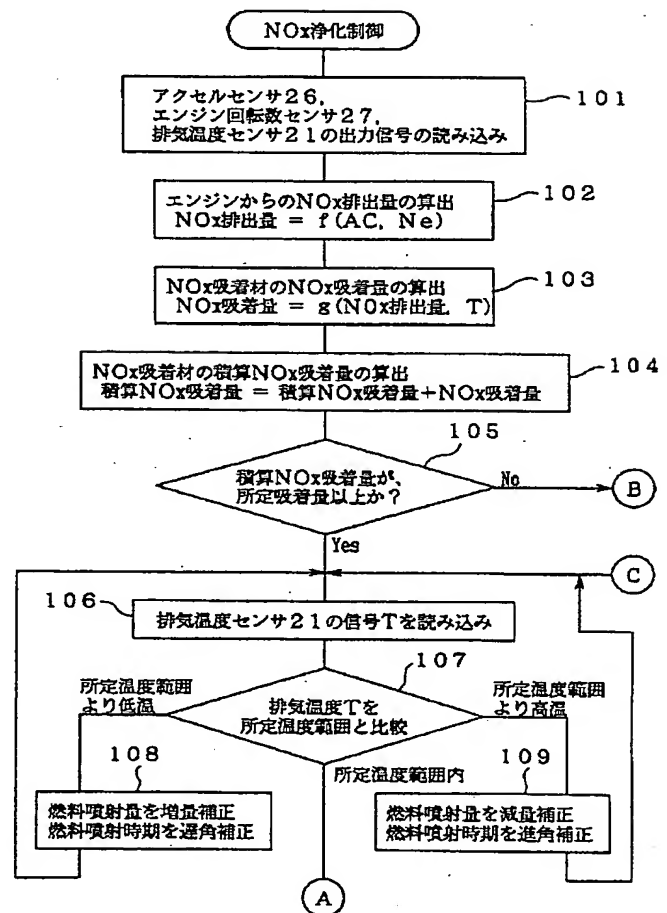
【図 1】



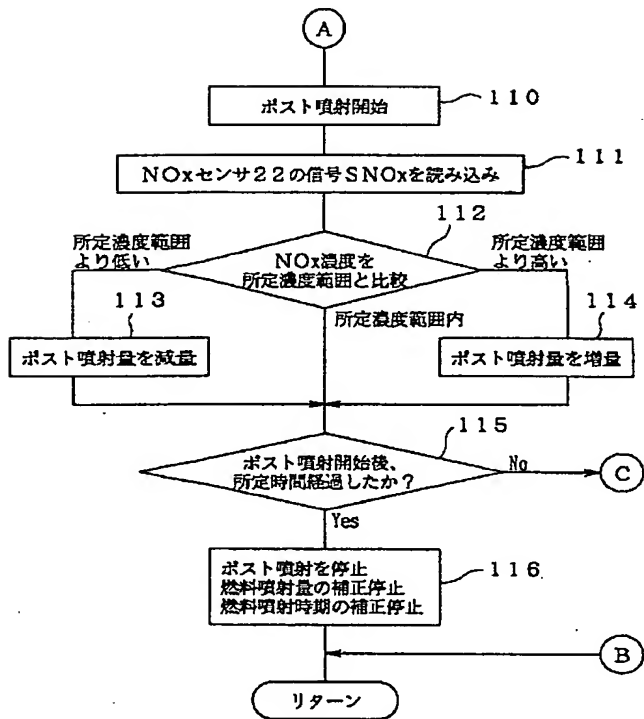
【図 2】



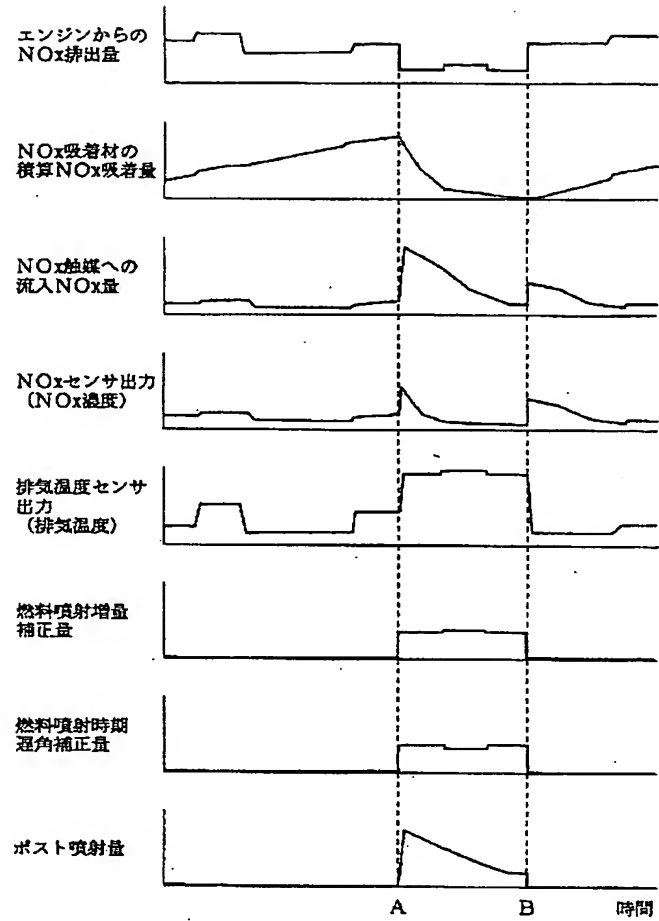
【図 3】



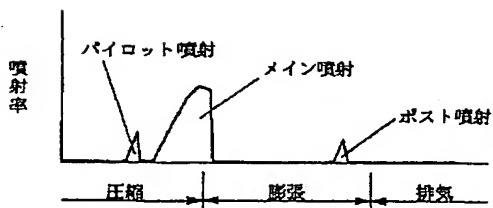
【図 4】



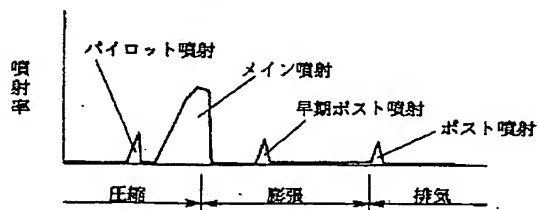
【図 5】



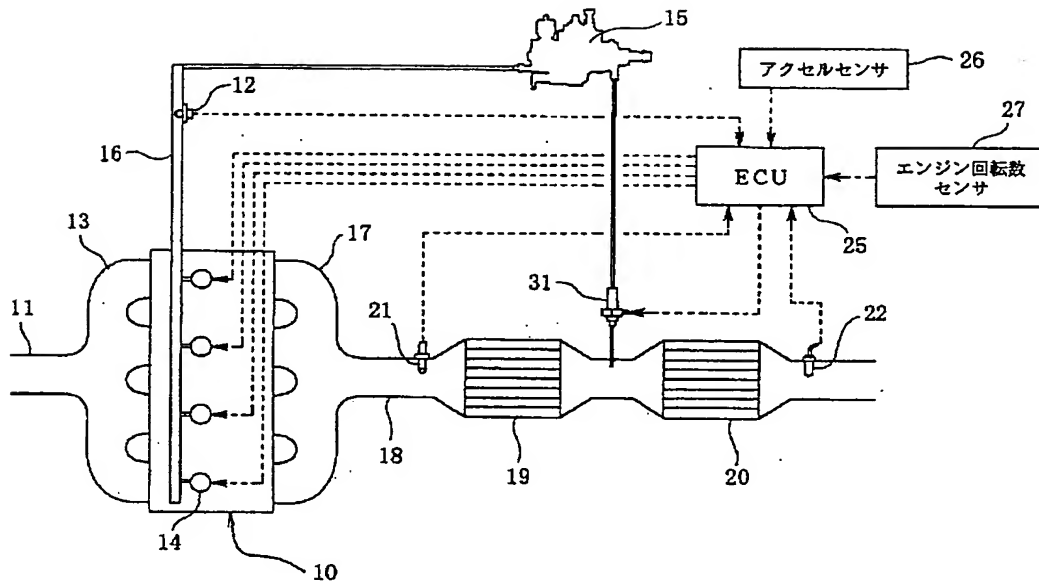
【図 6】



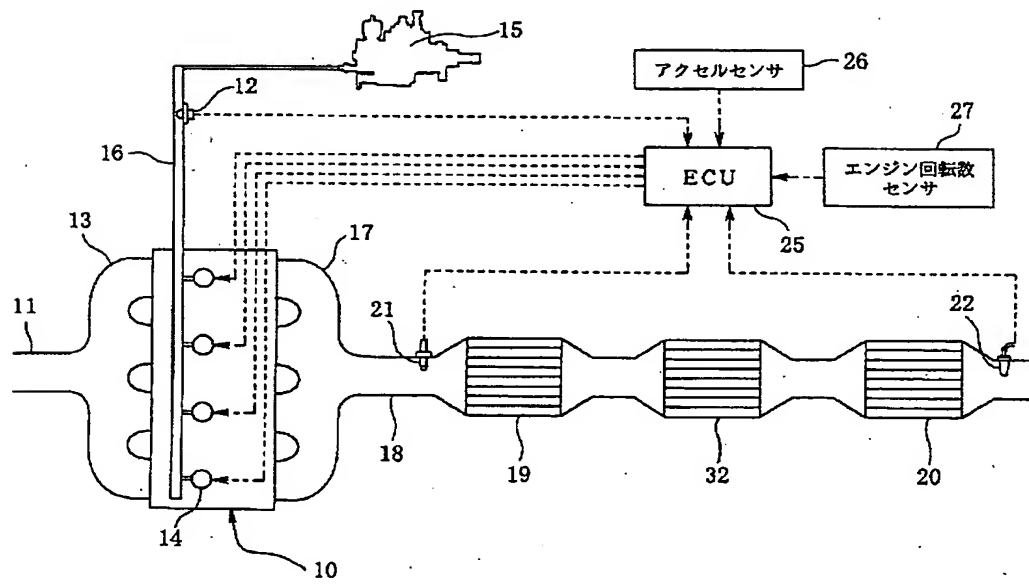
【図 7】



【图 8】

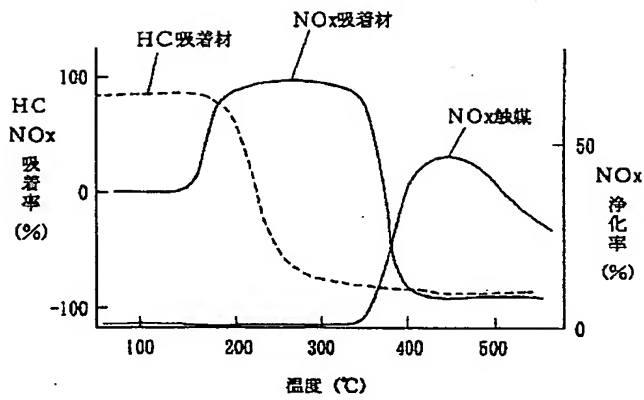


【图 9】

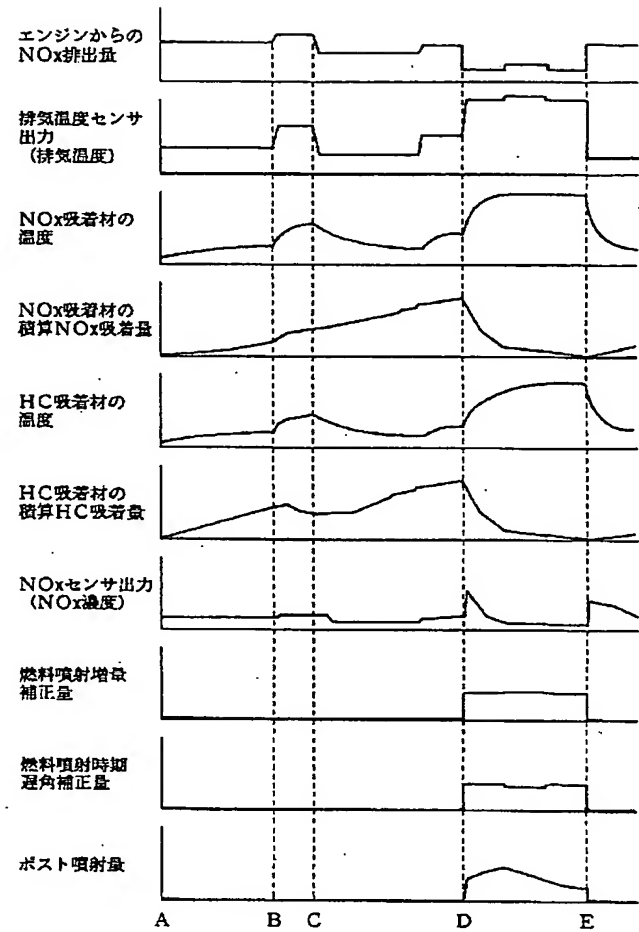




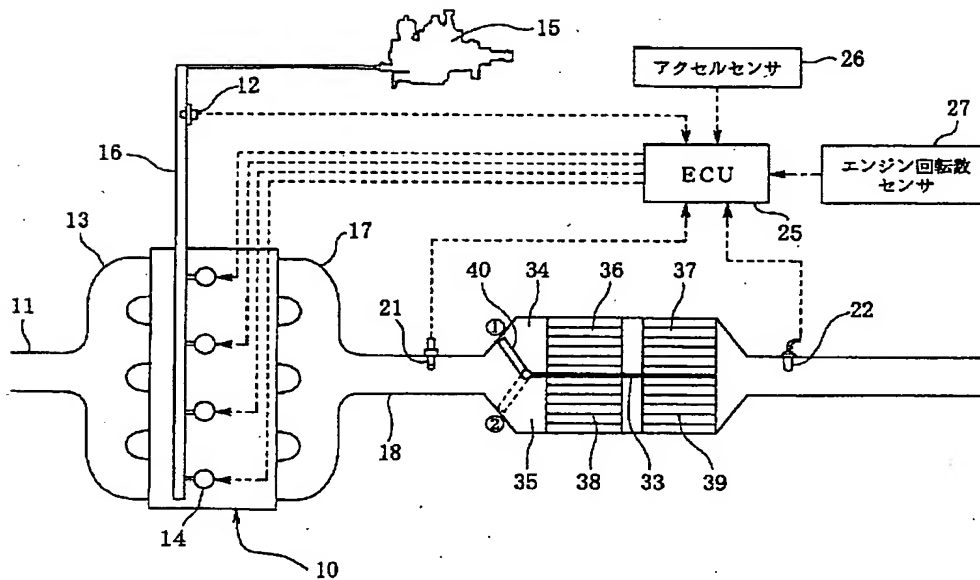
【図 10】



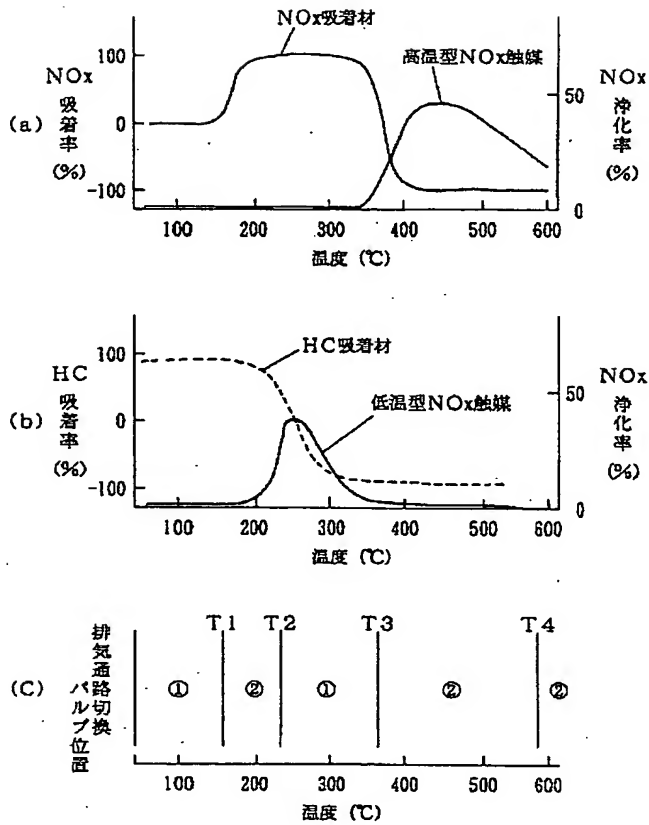
【図 11】



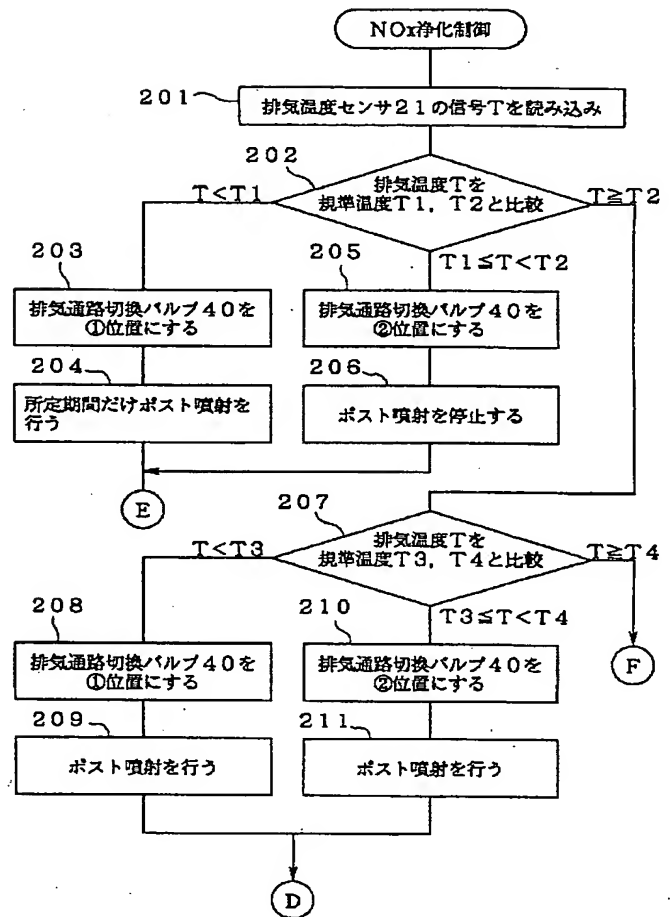
【図 12】



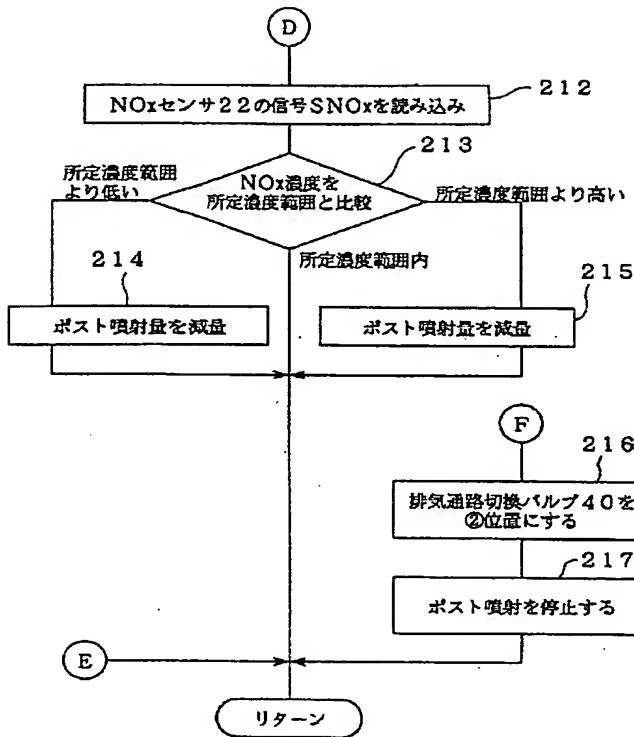
【図 13】



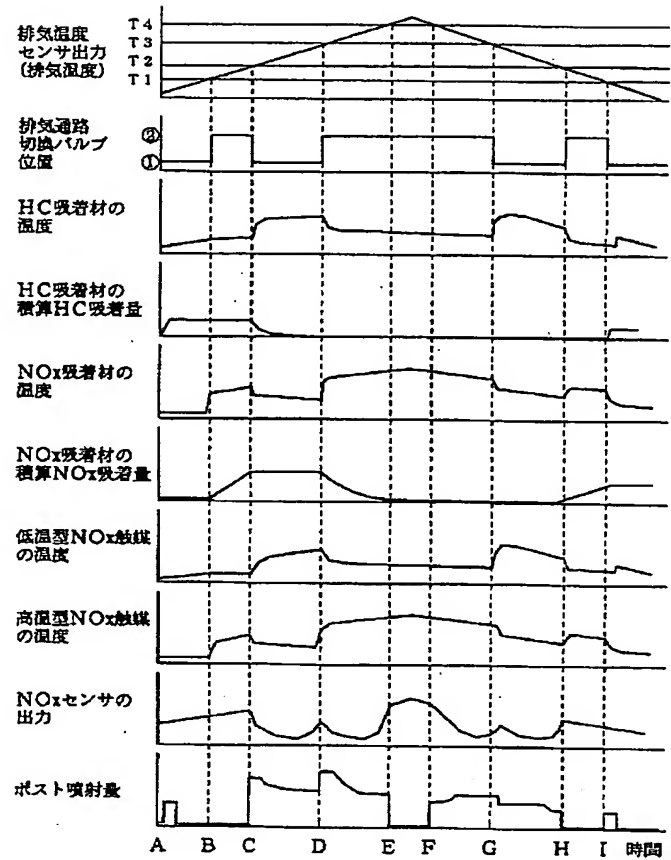
【図 14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

R